Nicht für den Austausch

AUS DEM STÄDT. FORSCHUNGSINSTITUT FÜR BÄDERKUNDE UND STOFFWECHSEL,
WIESBADEN (DIREKTOR: DOZENT DR. J. KÜHNAU)
UND DER REICHSANSTALT FÜR DAS DEUTSCHE BÄDERWESEN UND KLIMAKUNDE
AN DER UNIVERSITÄT BRESLAU (DIREKTOR: PROF. DR. H. VOGT)

DER EINFLUSS VON MEERWASSERTRINKKUREN AUF DEN MINERALSTOFFWECHSEL

BIOLOGISCH-CHEMISCHE UNTERSUCHUNGEN AN RATTEN
ÜBER DAS VERHALTEN DES CALCIUM- UND MAGNESIUMHAUSHALTS
BEI ZUFUHR VON BORKUMER NORDSEEWASSER

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DES DOKTORGRADES

IN DER

MEDIZIN UND CHIRURGIE

BEI DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

SCHLESISCHEN FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BRESLAU

VORGELEGT VON

ADALBERT ELSNER

BRESLAU, SEPTEMBER 1939

DRUCK DER SPAMER A.-G. IN LEIPZIG · 1939

Gedruckt mit Genehmigung der Hohen
Medizinischen Fakultät der Universität Breslau
Referent: Prof. Dr. Vogt
Dekan: Prof. Dr. Gutzeit

Sonderdruck aus: „Der Balneologe", 1939, Heft 10
(Verlag von Julius Springer, Berlin W 9)
Printed in Germany

MEINEM LIEBEN VATER

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549814_0049

Der Einfluß von Meerwassertrinkkuren auf den Mineralstoffwechsel*.

Biologisch-chemische Untersuchungen an Ratten über das Verhalten des Calcium- und Magnesiumhaushalts bei Zufuhr von Borkumer-Nordseewasser.

Von cand. med. **Adalbert Elsner.**

(Aus dem städt. Forschungsinstitut für Bäderkunde und Stoffwechsel, Wiesbaden [Dir.: Doz. Dr. J. KÜHNAU] und der Reichsanstalt für das Deutsche Bäderwesen und Klimakunde an der Universität Breslau [Dir.: Prof. Dr. H. VOGT].)

Im Laufe der letzten Jahre haben an den deutschen Küsten Trinkkuren mit Meerwasser als Heilkuren in weiten Kreisen der Bevölkerung zunehmende Beachtung gefunden. Daß das Meerwasser bei vielen Störungen im Organismus eine wohltätige Wirkung entfaltet, ist eine Erfahrungstatsache. Denn schon von altersher ist das natürliche Meerwasser neben dem Seeklima bei vielen Völkern ein geschätztes therapeutisches Hilfsmittel. Worauf aber die Wirkung im eigentlichen beruht, war bisher schwer zu entscheiden; Meerwassertrinkkuren werden fast nie allein verordnet, sondern allgemein in Verbindung mit Diät, Bädern, Luft- und Milieuwechsel, und so ist es bei einer solchen Vielheit von Einwirkungen fast unmöglich, einen bestimmten Teil des Erfolges für das Meerwasser in Anspruch zu nehmen, ohne eine genaue Kenntnis der physiologischen Wirkungen der einzelnen chemischen Bestandteile zu besitzen.

* D. 2, 1939.

Das Meerwasser zeichnet sich vor dem gewöhnlichen Grundwasser, Quellwasser, Oberflächenwasser und Meteorwasser aus:

a) durch den hohen Gehalt an den Mineralstoffen Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Chlor, Brom und Jod.

b) den seltener vorkommenden Stoffen, wie Mangan, Kupfer, Schwefel, Fluor, Silicium, Arsen und Lithium.

Eine der wichtigsten Vorbedingungen für die Aufklärung des Einflusses einer Meerwassertrinkkur auf den Gesamtorganismus ist zunächst die Kenntnis von der Salzbilanz des Körpers, d. h. der Bestimmung von Zufuhr und Ausfuhr. Von einem Salz, das nach der Aufnahme sofort wieder eliminiert wird, können wir nach dem heutigen Wissen nur Wirkungen auf die Verdauungsorgane und eventuell von hier aus indirekte Einflüsse auf den Gesamtkörper erwarten, aber keine direkten Wirkungen auf die inneren Organe und deren Funktion.

Zur Aufklärung der erst nach längerem Trinken zustande kommenden Ionenwirkungen ist die allgemeine Erkenntnis[1] wichtig, daß der Mineralgehalt des Organismus durch chronische Zufuhr von gelösten Mineralien tatsächlich verändert werden kann, daß sich die Elektrolyte gegenseitig beeinflussen, verdrängen und ersetzen, daß also die Möglichkeit einer Transmineralisation besteht. Das Eintreten oder Ausbleiben von Transmineralisation ist dabei weitgehend abhängig von dem Zustand des zu beeinflussenden Lebewesens, seiner Reaktionslage, dem Vitamingehalt, konstitutionellen Momenten aller Art und der Mitwirkung der inneren Drüsen. Außerdem wird der gut arbeitende Organismus zuerst alle seine vielen Regulationsvorrichtungen heranziehen, um gegenüber Störungen, wie sie jedes Angebot abnormer Mengen normaler und körperfremder Mineralstoffe bedeutet, einigermaßen sein Gleichgewicht zu wahren. Alle diese Erscheinungen können jedoch prinzipiell bei jeder Änderung der Ionenkombination wechseln. Daher drückt die Ionenzusammensetzung jedem Mineralwasser den Charakter einer eigenen Individualität auf[2].

Vorliegende Untersuchungen, die sich mit der Frage beschäftigen, ob durch das Trinken von Meerwasser eine nachweisbare Verschiebung im Elektrolytbestand des Organismus erzielt werden kann, wurden mit Borkumer Meerwasser durchgeführt. Dieses enthält an festen Bestandteilen im Liter 28,73 g = 2,87% an Gesamtsalzen.

Die Hauptrolle der Meerwasserwirkung wird den Salzen zugeschrieben, die als Regulationsmittel im Organismus Einfluß auf den Gesamtorganismus haben. In wässeriger Lösung zerfällt jedes Salz in die Anionen und in die Kationen. Die Mengen der elektrischen Ladung, die die Anionen und Kationen eines Salzes tragen, sind genau gleich groß und heben sich daher gegenseitig auf, so daß eine Lösung der Salze elektrisch neutral ist. Im Organismus befinden sich die Salze ebenfalls in wässeriger Lösung, sie sind zum Teil ionisiert.

Da nun das Meerwasser eine Lösung von Salzen darstellt, so wäre seine Wirkung im Organismus auf die Ionen zu beziehen[3].

Aus dieser Betrachtung heraus erwuchs die Aufgabe, im Borkumer Meerwasser die Konzentration der hauptsächlichsten Ionen zu bestimmen.

Diese Ionentabelle ergibt für die Kationen:

In 1 l sind enthalten in Gramm:	Kalium	0,2506
	Natrium	13,0534
	Calcium	0,3486
	Magnesium	1,1094

Wie wir daraus ersehen, sind die als besonders wertvoll und lebenswichtig zu bezeichnenden Kationen Kalium, Natrium sowie auch Calcium und Magnesium in einer Menge vorhanden, die das Meerwasser mit Recht als reich an diesen Ionen erscheinen läßt. Wenn

das Natrium hier besonders hervortritt, so erscheinen doch auch die übrigen 3 Ionen in nennenswerten Mengen und darf das Meerwasser keinesfalls als einfache Kochsalzlösung aufgefaßt werden. Betrachten wir das relative Verhältnis dieser einzelnen Ionen zueinander und vergleichen es z. B. mit dem Blutserum, so fällt vor allem der relativ hohe Magnesiumgehalt auf. So müssen wir denn auch gerade dem Magnesium besondere Aufmerksamkeit schenken.

Zahlreiche physiologische Erfahrungstatsachen haben gezeigt, daß die Kationen Na′ und K′ sowie Ca″ und Mg″ in funktionellem Zusammen- und Gegeneinanderspiel die Lebenserscheinungen beherrschen. So ist bei der Einwirkung von Salzlösungen auf die Biokolloide ein den wirklichen Lebensvorgängen nahestehender antagonistischer Vorgang beobachtet worden; Salze ein- oder zweiwertiger Metalle hemmen sich gegenseitig in ihren kolloidfällenden Wirkungen, und je nach ihren wirksamen Massen können sie einander aus ihren Wirkungssphären verdängen. Ein solches Beispiel eines Antogonismus bietet die Gegenwirkung von Calcium gegenüber dem Magnesium. Nur bei richtigem Verhältnis zueinander im Blut und in den Geweben scheinen diese ihre normalen Eigenschaften, insbesondere ihre normale Erregbarkeit, zu bewahren. Jedem einzelnen Elektrolyten kommt im Leben des Organismus eine bestimmte Rolle zu. Danach hat jedes Organ seine eigene Ionenäquilibrierung (Spiro), und jedes Ion hat eine für dieses charakteristische bestimmte Wirkung.

So ist auch das Verhältnis zwischen Calcium und Magnesium in jedem einzelnen Organ ein ganz bestimmtes, und darum müssen auch Bilanzversuche bezüglich der Frage der Retention der beiden Mineralien unter dem Gesichtspunkt der gegenseitigen Beziehungen betrachtet werden. Deshalb wurde gerade der Calcium- und Magnesiumstoffwechsel unter dem Einfluß von Meerwassertrinkkuren untersucht.

Versuchsanordnung.

Es wird bei konstanter Nahrungsaufnahme der Einfluß länger dauernder Zufuhr von 1:1 verdünntem Borkumer Meerwasser auf den Gehalt an Calcium und Magnesium in Harn und Faeces sowie in Gesamtratten untersucht. Als Versuchstiere dienten 12 weiße ausgewachsene Ratten gleicher Abstammung und männlichen Geschlechts. Um eine Gleichartigkeit der Bedingungen zu wahren, wurde die Anzahl der Kontrolltiere der der Versuchstiere entsprechend gewählt. In je eine Versuchsserie wurden 4 Ratten genommen. So erhielten 4 Tiere täglich je zweimal (früh 9 Uhr und abends 6 Uhr) 5 ccm Borkumer Meerwasser mit Aqua dest., auf 10 ccm verdünnt = 20 ccm Flüssigkeitszufuhr pro die = *Meerwassertiere*, I. Versuchsserie. 4 Tiere bekamen täglich je zweimal 10 ccm eine der Kochsalzkonzentration des Borkumer Meerwassers entsprechende Kochsalzlösung, und zwar 10,84 g NaCl pro Liter (Borkumer Meerwasser = 21,69 g NaCl im Liter) = *Kochsalztiere*, II. Versuchsserie. 4 Tiere erhielten täglich je zweimal 10 ccm reines Leitungswasser = *Leitungswasser*kontrolltiere, III. Versuchsserie. Eine weitere Flüssigkeitszufuhr erfolgte nicht. Die Versuche wurden vom 13. VIII. bis 16. X. 1937 durchgeführt. Der Flüssigkeitsverbrauch eines Tieres betrug für 5 Wochen ungefähr 630 ccm. Die Ratten wurden bei gleichbleibender Kost (je täglich 15 g Kölner Schwarzbrot) in Einzelkäfigen gehalten bei einer Durchschnittstemperatur des Stalles von 18—20°. Zu Beginn der Versuche sowie am Ende jeder Woche wurden die Tiere einzeln gewogen.

Um neben einer Überschüttung des Organismus mit Mineralien auf oralem Wege den Elektrolytstoffwechsel durch einseitige Ernährung und Vitaminmangel nicht in pathologische Bahnen zu drängen, erhielten die Tiere zunächst wöchentlich je 3—5 Tropfen Vigantol und von der 3. Woche an je 3—5 Tropfen Detavit (Vitamin A + D). Harn und Faeces wurden in Wochenportionen gesammelt, der Harn wurde im Quarztiegel auf dem Wasserbade eingedampft und im Wärmeschrank bei 100° nachgetrocknet. Die Faeces wurden im Faust-Hein-Trockenapparat getrocknet, im Mörser fein zerrieben und dann gemeinsam mit dem Urin im Quarztiegel verascht (nach Stolte[4]). Das Calcium wurde nach Kramer-Tisdall[5] als Oxalat gefällt und dieses durch Titration mit Kaliumpermanganat bestimmt. Die Magnesiumbestimmung erfolgte nach Greenberg-Mackey[6], und zwar durch Fällung mit Oxychinolin und bromometrischer Titration.

Nach 5 Wochen langer Versuchsdauer wurden die Tiere wiederum gewogen und durch Chloroform getötet, das Fell wurde abpräpariert, in Stücke geschnitten und getrocknet. Die Gesamtratten wurden ebenfalls zerkleinert, im Trockenschrank bei 100° mehrere Stunden getrocknet und zusammen mit dem Fell im Quarztiegel vorsichtig verascht. Calcium- und Magnesiumbestimmung erfolgte wie oben bei Harn und Faeces.

Für die Beurteilung einer Trinkkur im ganzen ist es wichtig, ob die mit dem Meerwasser zugeführten Salze gegenüber dem Mineralgehalt der Nahrung quantitativ in Betracht kommen.

Analysentabelle.

	Ca mg%	Mg mg%	Tag der Analyse
Kölner Schwarzbrot	28,00	63,84	24. IX. 1937
Wiesbadener Leitungswasser	2,40	0,71	1. IX. 1937
Borkumer Meerwasser	36,40	107,00	2. VIII. 1937

Aus dieser nach eigenen durchgeführten Analysen aufgestellten Tabelle ergibt sich für das zur Verwendung gelangte Kölner Schwarzbrot ein Mineralgehalt an Calcium von 28,0 mg% gegenüber dem Calciumgehalt im Borkumer Meerwasser von 36,4 mg% und an Magnesium im Kölner Schwarzbrot von 63,8 mg% gegenüber 107 mg% im Borkumer Meerwasser, also in annähernd analogen Verhältnissen.

In den folgenden Tabellen sind die von mir erhaltenen Durchschnittsbilanzwerte für Calcium und Magnesium der 3 Versuchsserien in mg zusammengestellt. Negative Zahlen bedeuten Mehrausscheidung, also Verlust des Körpers, positive Zahlen zeigen eine Retention des betreffenden Elektrolyten an.

Woche	Aufgenommen		Ausgeschieden		Bilanz	
	Ca	Mg	Ca	Mg	Ca	Mg
Durchschnittswerte für Calcium- und Magnesiumbilanz bei Leitungswasserkontrolltieren:						
1	31,7		32,8		— 1,1	
		66,5		69,9		— 3,4
2	32,8		26,9		+ 5,9	
		68,2		65,3		+ 2,9
3	32,8		19,0		+ 13,8	
		68,2		66,6		+ 1,6
4	32,8		14,5		+ 18,3	
		68,2		63,8		+ 4,4
Durchschnittswerte für Calcium- und Magnesiumbilanz bei Meerwassertieren:						
1	40,6		48,8		— 8,2	
		102,6		56,9		+ 45,7
2	54,3		65,4		— 11,1	
		140,5		119,4		+ 21,1
3	54,4		24,8		+ 29,6	
		140,8		125,4		+ 15,4
4	54,9		21,0		+ 33,9	
		141,5		97,2		+ 44,3
5	54,9		33,6		+ 21,3	
		142,1		65,1		+ 77,0
Durchschnittswerte für Calcium- und Magnesiumbilanz bei Kochsalzwassertieren:						
1	29,9		52,5		— 22,6	
		66,0		52,1		+ 13,9
2	32,2		64,3		— 32,1	
		67,0		64,0		+ 3,0
3	32,1		35,5		— 3,4	
		66,6		67,5		— 0,9
4	32,8		25,2		+ 7,5	
		68,2		69,8		— 1,6
5	32,8		26,3		+ 6,5	
		68,2		56,1		+ 12,1

Besprechung der Ergebnisse: Die Calcium- und Magnesiumwerte der Leitungswasserkontrolltiere zeigen zum Unterschied der beiden anderen Versuchsserien normale Verhältnisse bezüglich der Calcium- und Magnesiumbilanz. Lediglich in der ersten Versuchswoche ist die Calcium- wie auch die Magnesiumbilanz negativ, was aber wohl nur auf die allmähliche

Einstellung der Tiere auf die abgemessenen Nahrungsmengen zurückzuführen ist. Aus der Magnesiumbilanz ersehen wir, daß hier die Zufuhr im allgemeinen der Ausfuhr entspricht.

Bei den *Meerwassertieren* erreicht die Ausscheidung von Calcium in der 2. Woche die Höchstwerte, während die Höchstausscheidung für Magnesium in der 3. Woche liegt. Von der 3. Woche an fällt die Calciumausscheidung stark herab und steigt in der 5. Woche

Abbildungen 1—3: Je 5 Doppelsäulen für 5 Versuchswochen, bei den Normaltieren 4 Versuchswochen! Positive Zeichen = Retention. Negative Zeichen = Verlust des betreffenden Elektrolyten.

Zeichenerklärung:

= Aufnahme. = Ausscheidung. = Bilanz.

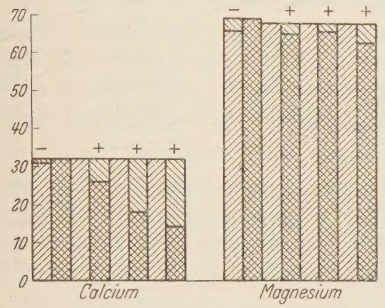

Abb. 1. Durchschnittswerte: Leitungswasserkontrolltiere.

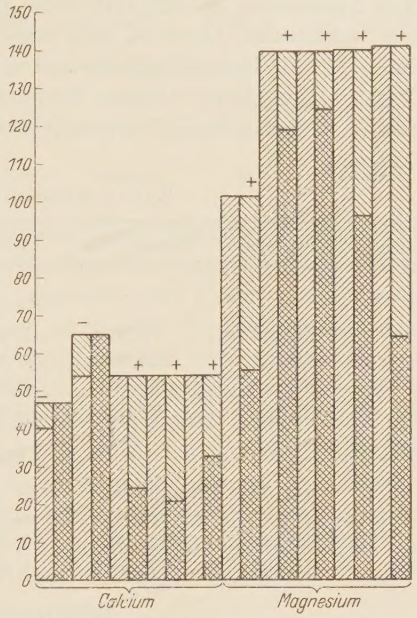

Abb. 2. Durchschnittswerte: Meerwassertiere.

noch einmal gering an. Die Magnesiumausscheidung fällt in der 4. und 5. Woche. Dementsprechend verhalten sich die Bilanzwerte für Calcium und Magnesium. Es tritt bei allen 4 Tieren in den ersten beiden Wochen eine negative Calciumbilanz auf, während die Magnesiumbilanz während der gesamten Versuchsdauer positiv bleibt. Die Retention von Magnesium beginnt von der 4. Woche an stark zuzunehmen und erreicht in der 5. Woche fast das Doppelte der 1. und 4. Woche. Weiterhin ergibt sich aus der Darstellung, daß die Höchstwerte für die Calciumausscheidung sich nicht decken mit der Höchstausscheidung von Magnesium; denn während Calcium in der 2. Woche am meisten ausgeschieden wird, erreicht die Magnesiumausscheidung erst in der 3. Woche die Höchstgrenze. Die Retention von Calcium und Magnesium steht nach der Tabelle berechnet in demselben Verhältnis wie Ca : Mg im Borkumer Meerwasser = 36,4 : 107,0 = 0,34.

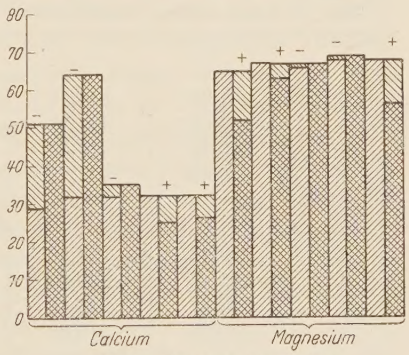

Abb. 3. Durchschnittswerte: Kochsalzwassertiere.

Ein deutlicher Unterschied besteht gegenüber den Kochsalzwassertieren. Alle 4 Tiere zeigen hinsichtlich des Calciums eine deutliche negative Bilanz während der ersten 3 Wochen und erst in der 4. und 5. Woche tritt eine geringe Retention ein. Beim Magnesium kommt es in der 3. und 4. Woche zu negativer Bilanz, und erst in der 5. Woche zeigt sich eine deutliche Retention an. Allgemein dürfen wir aus den Ergebnissen dieser Versuchsserie gegenüber Versuchsserie I schließen, daß eine einseitige Mineralbelastung, wie es hier mit NaCl in hoher Konzentration der Fall ist, zu einer mehr oder minder starken und vorübergehenden Demineralisation führt.

Hinsichtlich der Diurese stimmen die vorliegenden Untersuchungsergebnisse überein mit der bekannten Tatsache (Harpuder[7]), daß Mineralwässer im allgemeinen stärker diuretisch wirken als Kochsalzlösungen gleicher Konzentration und Menge. Diese Diurese steht wahrscheinlich in Abhängigkeit der Mineralwässer von ihrem Gehalt an Kalium und Calcium. Ob in den vorliegenden Untersuchungen die stärkere Diurese, die in der 3. Woche bei Tier I gemessen 100 ccm mit einem spezifischen Gewicht von 1032 und in der 5. Woche 85 ccm, spezifisches Gewicht 1037 ergab, durch die spezifisch entquellende Wirkung des Calciums auf die Gewebskolloide zustande gekommen ist gegenüber dem hohen Gehalt an NaCl, das allgemein die Diurese hemmt, bedarf noch einer genaueren Klärung durch eingehendere Untersuchungen speziell über die diuretische Wirkung durch Meerwassertrinkkuren.

Zusammenstellung der Calciumwerte.

Tier	Aufgenommen	Ausgeschieden	Bilanz	Gewichting	mg%	Abs. Menge	Praestatus
			Meerwassertiere:				
1	254,63	171,20	+ 83,43	205	1082,92	2219,99	2136,56
2	260,37	165,30	+ 95,07	205	1073,16	2199,98	2104,91
3	262,33	239,15	+ 23,18	200	1250,00	2500,00	2476,82
4	257,57	198,83	+ 58,74	175	1062,80	1859,90	1801,16
			Kochsalzwassertiere:				
5	161,54	152,40	+ 9,14	190	1431,59	2720,02	2710,88
6	158,74	234,10	— 75,36	180	1211,21	2180,18	2255,54
7	156,78	220,60	— 63,82	205	1141,45	2339,97	2403,79
8	161,54	206,92	— 45,38	220	1036,49	2280,28	2325,66
			Leitungswasserkontrolltiere:				
9	130,70	91,10	+ 39,60	260	1161,49	3019,87	2980,27
10	129,30	95,10	+ 34,20	235	1259,78	2960,48	2926,28

Zusammenstellung der Magnesiumwerte.

Tier	Aufgenommen	Ausgeschieden	Bilanz	Gewichting	mg%	Abs. Menge	Praestatus
			Meerwassertiere:				
1	657,70	519,49	+ 138,21	205	74,15	151,99	13,78
2	669,63	441,38	+ 228,25	205	124,56	255,35	27,10
3	676,49	447,47	+ 229,02	200	130,72	261,44	32,42
4	665,61	447,11	+ 218,50	175	148,88	251,79	33,29
			Kochsalzwassertiere:				
5	340,25	314,32	+ 25,93	190	27,20	51,68	25,75
6	333,85	297,09	+ 36,76	180	30,40	54,72	17,96
7	329,37	316,14	+ 13,23	205	26,69	54,70	41,48
8	340,25	310,05	+ 30,20	220	30,40	66,88	36,20
			Leitungswasserkontrolltiere:				
9	272,62	266,67	+ 5,95	260	32,74	85,12	79,17
10	269,42	264,48	+ 4,94	235	25,34	59,55	54,61

Aus dem Endgewicht der Tiere und den Milligrammprozenten ist die absolute Menge des Gesamttieres an Calcium bzw. Magnesium berechnet. Von dieser absoluten Menge ist die jeweilige Bilanz abgezogen, so daß wir somit den ursprünglichen Wert an Calcium bzw. Magnesium der einzelnen Tiere annähernd erhalten.

Wegen der innerhalb der physiologischen Grenzen schwankenden Werte sei auch hier zur besseren Übersicht eine Durchschnittstabelle aufgestellt:

	Aufgenommen	Ausgeschieden	Bilanz	mg%	Abs. Menge	Praestatus
Durchschnittswerte für Calcium der 3 Versuchsserien:						
Meerwasser Serie I	258,7	193,6	+ 665,1	1117,2	2195,0	2129,9
NaCl-Wasser Ser. II	159,5	203,5	— 44,0	1205,2	2380,1	2424,11
Leitungswasser Serie III . . .	130,0	93,1	+ 36,9	1210,6	2990,2	2953,3
Durchschnittswerte für Magnesium der 3 Versuchsserien:						
Meerwasser Serie I	667,3	463,9	+ 203,5	118,4	230,1	26,6
NaCl-Wasser Ser. II	335,9	309,4	+ 26,5	28,67	57,0	30,6
Leitungswasser Serie III . . .	271,0	265,6	+ 5,45	29,0	72,3	66,9

Aus dieser Tabelle ersehen wir, daß bei den Meerwassertieren von 258,7 mg zugeführtem Calcium in 5 Wochen nahezu ein Viertel retiniert wird; von 667,4 mg zugeführtem Magnesium wird ungefähr ein Drittel retiniert. Dagegen zeigt sich auch hier in der Zusammenstellung bei den Kochsalzwassertieren (Serie II) ein deutlicher Verlust des Körpers an Calcium, indem in 5 Wochen über 200 mg Calcium ausgeschieden werden gegenüber einer Zufuhr von rund 160 mg Dementsprechend wird Magnesium in geringem Grade retiniert, was mit der bekannten Tatsache übereinstimmt, daß es bei Verlust des Körpers an Calcium zu Ansatz von Magnesium kommt; denn während bei den Leitungswasserkontrolltieren innerhalb von 4 Wochen bei entsprechender wöchentlicher Zufuhr an Magnesium nur durchschnittlich 5,5 mg Magnesium retiniert werden, beträgt die Retention bei den Kochsalzwassertieren in 5 Wochen 26,5 mg, also fast das Fünffache der Normaltiere Die Retention an Calcium bei den Leitungswasserkontrolltieren beträgt ungefähr gleichfalls ein Viertel der Aufnahme entsprechend den Meerwassertieren.

Der Calciumgehalt der Gesamttiere zeigt bei allen 4 Versuchsserien annähernd gleiche der Norm entsprechende Werte von 1,1—1,2 g%. Durch eine große Reihe von Analysen haben auch Sherman und MacLeod[8] den Calciumgehalt normaler weißer Ratten festgelegt. Er steigt danach von 0,25% bei der Geburt auf 0,6% bei einem Alter von 15 Tagen, weiter auf 0,75—0,85% (60 Tage) und erreicht bei ausgewachsenen Tieren 1,0—1,2 g%. Weibliche Ratten, die nicht geworfen haben, hatten höhere Prozentwerte als männliche.

Der Magnesiumgehalt in den Gesamttieren ergibt nach den vorliegenden Tabellen bei den 3 Versuchsserien folgende Werte: Die Meerwassertiere zeigen entsprechend ihrer abnormen Retention an Magnesium im Durchschnitt 118,4 mg% an Gesamtmagnesium. Auf das Gewicht der Tiere berechnet, beträgt der Gesamtmagnesiumgehalt ungefähr 230 mg; ziehen wir davon die Gesamtretention an Magnesium von ungefähr 200 mg ab, so erhalten wir einen ursprünglichen Wert von 30 mg Magnesium, der annähernd dem der Normaltiere von 29 mg% und dem der Leitungswassertiere von 28,6 mg% entspricht.

Als Gesamtergebnis dieser Untersuchungen darf mithin geschlossen werden, daß es möglich ist, den Salzhaushalt der Gewebe durch Salzzufuhr in Form einer Meerwassertrinkkur zu ändern und daß die Resorption der Mineralbestandteile zu einer Anreicherung des Körpers an solchen Stoffen führt, die zuvor im Meerwasser enthalten waren, nach den hier vorliegenden Untersuchungen hauptsächlich Magnesium neben Calcium. Durch den Säftestrom werden diese Ionen im ganzen Organismus verteilt und führen schließlich zu einer Transmineralisation, d. h. einer Änderung des Mineralstoffgehalts und des Mineralstoffwechsels der Zellen.

Trotz der großen Mengen an Magnesium und Calcium im Meerwasser neben den anderen Mineralbestandteilen ist es nicht angängig, das Meerwasser nach diesen beiden Stoffen charakterisieren zu wollen, sondern für den Ansatz und die Wirkung bestimmter Mineralien im Körper sowie für den Gesamteffekt einer Trinkkur ist stets die gesamte Elektrolytmischung verantwortlich zu machen, wie aus den Ergebnissen der experimentellen Balneologie deutlich hervorgeht.

Das Meerwasser stellt nun nichts anderes dar als eine kompliziert zusammengesetzte Salzlösung, und so muß einem Teil der im Meerwasser enthaltenen Mineralstoffe eine therapeutische Rolle in der Beeinflussung des Organismus zugeschrieben werden.

Die allgemeine physiologische Bedeutung der Salze ist sehr mannigfaltig, indem sie zwar, in geringer Menge in der Nahrung, nicht wie die anderen Nahrungsstoffe durch chemische Umsetzungen als Energiespender wirken, dagegen bei der Regulierung gewisser physikalischer und chemischer Zustände der Säfte im Gewebe eine Hauptrolle spielen[9]. Diese Wichtigkeit der Mineralien für ein ungestörtes Gedeihen des menschlichen Körpers und zur Heilung von Krankheiten und Schwächezuständen ist gerade in den letzten Jahren allgemein erkannt worden. Dabei geht aus den Kenntnissen über die allgemeine physiologische Salzwirkung deutlich hervor, daß es sich bei den Meerwassertrinkkuren nicht allein um Organwirkungen handeln kann, sondern daß bei der Beurteilung und Einschätzung der Meerwassertrinkkuren neben dem regelmäßig wiederholten und ärztlich individuell geleiteten Mineralangebot an den Körper noch andere tiefgreifende Wirkungen, besonders in der Beeinflussung der gesamten Konstitution, eine maßgebende Rolle spielen.

So führt diese Erkenntnis zu dem Schluß, daß eine tiefgreifende Lebenswirkung auf all die vegetativen Zentren und feinsten Zusammenhänge im körperlichen Haushalt sicher die Hauptsache bei dem ganzen Vorgang der Trinkkur ist, also weniger eine spezifische Reaktion und Funktionsänderung, sondern Umstimmungstherapie, besonders über Veränderungen im Mineralbestand der Organe und des Gesamtorganismus.

Jedoch müssen wir uns klar darüber sein, daß nicht das Meerwasser als solches, sondern die ärztliche Behandlung für den Enderfolg in Frage kommt dadurch, daß gleichzeitig eine diätetische Regelung in bezug auf den Mineralhaushalt im Kurort und in der Hand des Arztes je nach dem Stand der Gegenwart so individuell gestaltet wird, wie es dem Einzelfall entspricht (Mulzer und Hopf[10]). Die Menge und Speicherungsdauer der in den Geweben retinierten Mineralien hängt nämlich außer von dem Angebot durch die Trinkkur auch von der Ernährung, von Art und Menge der organischen Nährstoffe, von der Reaktionslage der Nahrung, ob mehr sauer oder basenüberschüssig, ab. Besonders der Mineralgehalt der Nahrung, die neben der Trinkkur eingenommen wird, ist von bestimmendem Einfluß auf Ansatz und Wirkung der Elektrolyte im Organismus. Weiterhin darf nicht übersehen werden, daß unmittelbar am Meere die Seewassertrinkkuren meist eine gleichzeitige wirksame Unterstützung durch andere Einflüsse, namentlich durch die warmen und kalten Seebäder sowie besonders durch das Seeklima, erfahren. Gerade in den bioklimatischen Einflüssen sehen wir heute einen wesentlichen unterstützenden Faktor für die Heilwirkung einer Mineralwassertrinkkur. Daneben steht weiterhin fest, daß der durch eine Gesamtwirkung einer Seekur ausgeübte Reiz am stärksten im aufbauenden Sinne von einem geschwächten Organismus ausgenutzt wird.

So sehen wir heute das Wesen der Thalasso-Therapie in der Gesamtwirkung des Meeres auf den menschlichen Organismus in der Möglichkeit der tiefgreifenden Einwirkung auf die Lebensvorgänge der Kolloide und des Ionenbestandes des Körpers. Darin ist eine Unsumme von Heil- und Unstimmungsmöglichkeiten verankert, die nicht nur umstimmend auf erkrankte und minderwertige Organe einzuwirken imstande sind, sondern auch in der gemeinsamen „Wurzel vieler Diathesen und Krankheitsbereitschaften reinigend, umstimmend und kräftigend einzuwirken imstande sind“ (H. Vogt).

Zusammenfassung.

1. Nach Untersuchungen an Ratten ist es möglich, den Salzhaushalt der Gewebe durch Salzzufuhr in Form einer Meerwassertrinkkur zu ändern.

2. Es kommt nach den vorliegenden Untersuchungen zu einer Transmineralisation zwischen Calcium und Magnesium, indem Magnesium in höherem Maße retiniert wird als Calcium, entsprechend dem Verhältnis von Ca : Mg im Borkumer Meerwasser = 36,4 zu 107,0 mg% = 0,34.

3. Einseitige Mineralbelastung führt zu einer mehr oder weniger schnell vorübergehenden Demineralisation.

4. Kontrolltiere zeigen bei gleicher Zufuhr von Leitungswasser normale Werte hinsichtlich der Calcium- und Magnesiumbilanz.

An dieser Stelle erlaube ich mir, Herrn Prof. Dr. H. Vogt, unter dessen Leitung ich die vorliegende Arbeit ausführen durfte, für seine Unterstützung meinen besten Dank auszusprechen. Desgleichen danke ich Herrn Dozent Dr. J. Kühnau, Wiesbaden.

Literaturverzeichnis.

[1] K. Harpuder, Klin. Wschr. **1927**, 11 — Z. Kurortwiss. **1**, 259 (1931); **2**, 85 (1932). — [2] K. Harpuder u. L. Fresenius, Med. Welt **1930**, 15. — [3] K. Harpuder, Z. Bäderkde **1** (1929). — [4] Stolte, Biochem. Z. **35**, 104. — [5] Kramer u. Tisdall, J. of biol. Chem. **48**, 1 (1921). — [6] Greenberg u. Mackey, J. of biol. Chem. **96**, 419 (1932). — [7] K. Harpuder, Erg. inn. Med. **42**, 99 (1932). — [8] H. C. Sherman, F. L. MacLeod, J. of biol. Chem. **64**, 429 (1925). — [9] J. Kühnau, Prakt. Arzt **18** (1933). — [10] P. Mulzer u. G. Hopf, Ther. Gegenw. **1936**,12.

Reichsanstalt für das Deutsche Bäderwesen an der Universität Breslau.

Lebenslauf.

Am 11. Oktober 1909 wurde ich als Sohn des Rektors a. D. Heinrich Elsner und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Geisler, in Hausdorf, Kreis Glatz, geboren. Nach Besuch der Volksschule in Hausdorf und Volpersdorf, Kreis Glatz, trat ich 1921 in das städtische Progymnasium in Neurode ein und besuchte ab 1927 das städtische humanistische Gymnasium in Frankenstein, wo ich Ostern 1931 das Zeugnis der Reife erhielt. Die ersten Semester meines Medizinstudiums belegte ich in Breslau und Wien. In Breslau bestand ich 1935 die vollständige ärztliche Vorprüfung. Die klinischen Semester verbrachte ich in Breslau und legte hier im August 1939 das medizinische Staatsexamen ab.

Ich bin deutscher Staatsbürger und arischer Abstammung.

Adalbert Elsner.